

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 50 988.3

**Anmeldetag:** 28. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Gamma-Service Produktbestrahlung GmbH,  
Leipzig/DE

**Bezeichnung:** Elektronenbestrahlungsanlage

**IPC:** H 01 J, G 21 K, B 29 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

Stark

5

---

## Elektronenbestrahlungsanlage

---

10

### Beschreibung

15

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit den im Oberbegriff des Anspruches 1 sowie ein Verfahren mit den im Oberbegriff des Anspruchs 46 genannten Merkmalen.

20 Elektronenbestrahlungsanlagen der gattungsgemäßen Art sind bereits bekannt. Das europäische Patent EP 0 165 118 beschreibt eine Anlage zur Polymerisation/Vernetzung von Gegenständen vor allem für die Behandlung von lang gestreckten, rotationssymmetrischen Teilen, wie z.B. Roh-  
25 ren. Das Dokument beschreibt diese Anlage zur Polymerisation/Vernetzung, die Mittel zum Erzeugen eines Elektronenstrahls, Mittel zum Lenken des Elektronenstrahls auf das zu bearbeitende Teil, ein Target, das unter der Wirkung des Elektronenstrahls eine Röntgenstrahlung erzeugen kann,  
30 Mittel zur Anordnung des Targets in der Bahn der Elektronen oder außerhalb derselben, um das Teil mit einer Röntgenstrahlung bzw. einer Elektronenstrahlung zu bestrahlen, sowie Mittel zum Ausführen einer Relativbewegung zwischen dem bestrahlenden Strahl und dem Teil, damit dieses ganz  
35 oder teilweise der Wirkung einer der Strahlungen unter-

worfen wird. Die betreffende Relativbewegung besteht aus einer Verschiebung des Teils bzw. Gegenstandes längs seiner Achse, die horizontal und zur Achse des bestrahlenden Strahls senkrecht ist, kombiniert mit einer Drehung des  
5 Teils bzw. Gegenstandes um seine Achse. Inhalt der Druckschrift ist ferner, die Darstellung zweier Wirkungsweisen. Das Teil wird zum einen in der Weise angeordnet, dass es an das Target angenähert oder von diesem entfernt werden kann, oder zum anderen die Achse des Teils festgehalten wird und  
10 das Target in Richtung des Gegenstandes verschoben wird.

Die Druckschrift EP 0 715 936 beschreibt eine Weiterentwicklung der Bestrahlungsvorrichtung des europäischen Patentes EP 0 165 118, indem sie sie vervollkommnet, um sie  
15 für die Behandlung insbesondere von rotationssymmetrischen Teilen mit großen Abmessungen und mit Abschnitten aus Verbundwerkstoffen, die sich in einem sehr großen Entfernungsbereich in Bezug auf die Achse des Teils befinden, geeignet zu machen. Hierzu umfasst die Vorrichtung einen Elektronen-  
20 generator, der in einem abgeschirmten Raum angeordnet ist und einen Linearbeschleuniger umfasst, der mit einem Horn mit einem Bestrahlungsfenster und mit Mitteln zum Benutzen des Beschleunigers versehen ist. Ein Target zur Umwandlung des Elektronenstrahls in Röntgenstrahlung, das derart  
25 einziehbar montiert ist, das in den Austrittsstrahl des Horns eingeschaltet ist oder nicht sowie eine Bestrahlungszelle, die die zu behandelnde Struktur (den Gegenstand) enthält, und Mittel zum Tragen und Präsentieren der Struktur gegenüber dem Elektronenstrahl oder der Röntgenstrahlung  
30 gehören ferner zur erfindungsgemäßen Anlage, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Gesamtheit aus Beschleuniger, Horn, Target und wenigstens einem Teil der Mittel zum Benutzen auf einer in dem abgeschirmten Raum in Richtung der Bestrahlungszelle und entsprechend einer horizontalen,  
35 parallel zur Achse des von dem Beschleuniger

erzeugten Strahls befindlichen Achse beweglichen Plattform angeordnet ist. Die so gebildete bewegliche Ausrüstung ist an ihrer gegen die Bestrahlungszelle gerichteten Stirnseite mit einem Strahlenschutzschild versehen. Der Strahlenschutzschild kann in einem Durchgang verschoben werden, der in einer Trennwand zwischen der Bestrahlungszelle und dem abgeschirmten Raum angebracht ist, wobei der Rand des Strahlenschutzschildes an den Querschnitt des Durchgangs derart angepasst ist, dass zwischen dem Rand und dem Durchgang nur ein Spiel verbleibt, das so klein wie möglich ist.

Nachteilig bei den Anlagen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, ist, dass jeweils nur ein Gegenstand/Produkt in einer Achse zum Bestrahlungsfenster bestrahlt wird. Zudem sind die Mittel zum Zuführen und Abführen in einen Bestrahlungsraum nicht dazu geeignet, besonders große Gegenstände/Produkte in den Bestrahlungsraum zu transportieren. Ferner sind die Möglichkeiten der Verstellung des Produktes im Augenblick der Bestrahlung beschränkt.

20

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Bestrahlung von Gegenständen/Produkten zu schaffen, mittels der mindestens ein Gegenstand beziehungsweise ein Produkt entsprechend seiner geometrischen Form, insbesondere rotationssymmetrische Teile mit großen Abmessungen und/oder flexible Rohre großer Länge und/oder Stückgüter mit großen Abmessungen, optimal in eine günstige Bestrahlungslage bringbar sind und mehrere Gegenstände/Produkte zudem alternativ zur gleichen Zeit bestrahlbar sind.

30

Die Aufgabe der Erfindung ist es ferner, ein Verfahren anzugeben, mit dem der Gegenstand beziehungsweise das jeweilige Produkt einzeln oder gemeinsam mit anderen Gegenständen oder Produkten der Vorrichtung zugeführt, bestrahlt und abgeführt wird.

35

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in den Ansprüchen 1 und 46 genannten Merkmale gelöst. Dadurch, dass mindestens eine den Strahlenbereich definierende Scanner-  
einrichtung vorgesehen ist, wobei sich der Strahlenbereich  
5 beabstandet zu der Scannereinrichtung in mindestens einer Ebene ausbildet, in der mindestens eine Transporteinrichtung angeordnet ist und mittels der/denen mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand und/oder weitere Gegenstände in einer Bestrahlungslage bringbar ist/sind, wird  
10 vorteilhaft erreicht, dass mindestens ein Gegenstand bzw. ein Produkt entsprechend seiner geometrischen Form, insbesondere rotationssymmetrische Teile mit großen Abmessungen und/oder weitere Gegenstände mit großen Abmessungen, optimal in die Bestrahlungslage bringbar sind und in  
15 mindestens einer Ebene oder verschiedenen Ebenen gleichzeitig bestrahlbar sind.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, dadurch dass mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand und/oder weitere Gegenstände mindestens einer  
20 Ebene zugeführt, dieser mindestens einen Ebene ein Strahlenbereich zugeordnet und der mindestens einen Gegenstand/Produkt in Bestrahlungslage gebracht und bestrahlt wird.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der mindestens einen Strahlenbereich an mindestens  
25 einem Strahlenaustrittsfenster und in mindestens einer von der Scannereinrichtung beabstandeten Ebene in einer x-Richtung durch einen Scan-Magneten und in einer y-Richtung durch einen Wobbler ausgebildet ist. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der mindestens einen Strahlenbereich in der  
30 beabstandeten Ebene durch einen Fokussierungsmagneten der Scannereinrichtung in x-Richtung abweichend zu dem Strahlenaustrittsfenster eingestellt ist. In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist die Scannereinrichtung mindestens ein erstes Scan-Horn mit einem ersten Strahlen-

austrittsfenster und ein zweites Scan-Horn mit einem zweiten Strahlenaustrittsfenster. Dabei bildet das erste Strahlenaustrittsfenster und das zweite Strahlenaustrittsfenster gemeinsam einen Strahlenbereich sowohl am Strahlenaus-  
5 trittsfenster selbst als auch in der beabstandeten Ebene.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist der mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegenstand parallel zur x-Richtung auf einer x-Scan-Achse mittels einer Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung in eine zweite Ebene in den  
10 Strahlenbereich in die Bestrahlungslage bringbar. Es ist möglich, stangen-/rohrförmige Gegenstände mit kleinerem Durchmesser in Hilfswandungen, beispielsweise Papphüllen oder dünnwandigen PE-Rohren, zu bündeln und derart gebündelt zu transportieren. In bevorzugter Weise umfasst  
15 die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung eine zweite Zuführungseinrichtung, eine zweite Bestrahl-transporteinrichtung und eine zweite Abtransporteinrichtung. Die zweite Zuführungseinrichtung für den stangen-/rohrförmigen Gegenstand umfasst einen Eingangsspeicher,  
20 einen Eingangs-Einzelnförderer, eine erste Absenkbahn und eine Einlegebahn bis zu einer Vorzone. Die zweite Bestrahl-transporteinrichtung für den stangen-/rohrförmigen Gegenstand ist als eine Stangenbestrahlungsstrecke ausgebildet. Die zweite Abtransporteinrichtung für den stangen-/rohrförmigen Gegenstand umfasst eine Wechselbahn, eine  
25 zweite Absenkbahn, eine Rückrollbahn, eine Hebebahn, einen Ausgangs-Einzelförderer und einen Ausgangsspeicher.

Die erfindungsgemäße Stangenbestrahlungsstrecke erstreckt sich zwischen einer Vorzone und einer Nachzone mit einem  
30 dazwischen liegenden Bestrahlungsraum. Die Stangenbestrahlungsstrecke umfasst mindestens eine Stangentransportstation. Die Stangentransportstation ist vorzugsweise parallel zu der x-Scan-Achse mindestens eines Scan-Horns angeordnet. Die Stangentransportstation weist mindestens

ein Ständerwerk und mindestens einen Haltearm auf. In bevorzugter Ausgestaltung ist in der Stangentransportstation eine Rotationsvorrichtung, eine Translationsvorrichtung, eine vertikale Verstellvorrichtung und eine horizontale Verstellvorrichtung verwirklicht. Die Rotationsvorrichtung, die Translationsvorrichtung und die vertikale Verstellvorrichtung sind dabei bevorzugt mittels Allseitenrollen ausgeführt.

In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein flexibles Rohr parallel zur x-Richtung auf der x-Scan-Achse oder senkrecht zur x-Richtung in einer y-Scan-Achse mittels einer Rohrtransporteinrichtung in eine erste Ebene in die Bestrahlungslage bringbar. Die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung für ein flexibles Rohr umfasst mindestens eine erste Zuführungseinrichtung, mindestens eine erste Bestrahltransporteinrichtung in der ersten Ebene und mindestens eine erste Abtransporteinrichtung. Die erste Zuführungseinrichtung und die erste Abtransporteinrichtung umfasst vorzugsweise ein erstes und zweites Wickelaggregat. Die erste Bestrahlungseinrichtung umfasst im Bereich der ersten Ebene Führungsrollen und Umlenkrollen.

Ferner bevorzugt ist, dass mindestens ein Stückgut senkrecht zur x-Richtung in einer y-Scan-Achse mittels einer Stückguttransporteinrichtung in eine dritte Ebene in die Bestrahlungslage bringbar ist. Die Stückguttransporteinrichtung für ein Stückgut umfasst mindestens eine dritte Zuführungseinrichtung, mindestens eine dritte Bestrahltransporteinrichtung in der dritten Ebene und mindestens eine dritte Abtransporteinrichtung. Die mindestens eine dritte Zuführungseinrichtung, die mindestens eine dritte Bestrahltransporteinrichtung und die mindestens eine dritte Abtransporteinrichtung sind vorzugsweise Fördereinrichtungen als Kombination aus Kettenförderern und Rollenförderern.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist jeder Transporteinrichtung für stangen-/rohrförmige Gegenstände, für flexible Rohre und Stückgüter jeweils ein Labyrinth zugeordnet.

5

In bevorzugter Ausführung der Erfindung wird das Verfahren zur Bestrahlung des mindestens einen stangen-/rohrförmigen Gegenstandes in einem zweiten Labyrinth durchgeführt. Bevorzugt ist, dass der stangen-/rohrförmige Gegenstand in  
 10 einem Eingangsspeicher gespeichert und mittels einem Eingangs-Einzelförderer vereinzelt und mittels einer ersten Absenkbahn in eine zweite Ebene abgesenkt und mittels einer Einlegebahn in eine Vorzone transportiert und von einer Bestrahltransporteinrichtung von der Vorzone entlang einer  
 15 x-Scan-Achse parallel zu einer x-Richtung durch den Strahlenbereich in eine Nachzone transportiert und von der Nachzone von einer Wechselbahn übernommen und zu einer zweiten Absenkbahn transportiert und mittels der zweiten Absenkbahn abgesenkt und mittels einer Rückrollbahn zu einer Hebebahn  
 20 gerollt und mittels der Hebebahn angehoben und von einem Ausgangs-Einzelförderer zu einem Ausgangsspeicher transportiert und in dem Ausgangsspeicher gespeichert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht zudem, dass der  
 25 mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegenstand mittels der Bestrahltransporteinrichtung von der Vorzone entlang einer x-Scan-Achse parallel zu einer x-Richtung in eine Nachzone transportiert und innerhalb der Bestrahltransporteinrichtung gleichzeitig mittels einer Rotationsvorrichtung um  
 30 seine eigene Achse rotiert und/oder vertikal mittels einer vertikalen Verstellvorrichtung innerhalb einer ersten und der zweiten Ebene verstellt und/oder horizontal mittels einer horizontalen Verstellvorrichtung aus der x-Scan-Achse heraus innerhalb der ersten oder zweiten Ebene verstellt  
 35 wird.



Erfindungsgemäß wird das Verfahren ferner durchgeführt, indem mindestens ein flexibles Rohr durch ein erstes Labyrinth mittels eines ersten Wickelaggregates abgewickelt und von einer ersten Bestrahltransporteinrichtung parallel zur x-Richtung auf der x-Scan-Achse oder senkrecht zur x-Richtung in einer y-Scan-Achse durch den Strahlenbereich mittels Umlenkungs- und Führungsrollen transportiert und mittels eines zweiten Wickelaggregates aufgewickelt wird.

Erfindungsgemäß wird ein Stückgut durch ein drittes Labyrinth mittels mindestens einer ersten Fördereinrichtung transportiert und von einer dritten Bestrahltransporteinrichtung senkrecht zur x-Richtung auf der y-Scan-Achse mittels mindestens einer zweiten Fördereinrichtung durch den Strahlenbereich transportiert und mittels mindestens einer dritten Fördereinrichtung abtransportiert. In bevorzugter Ausgestaltung wird das Stückgut auf der ersten oder dritten Fördereinrichtung beim Zu- oder Abtransport mittels einer Wendestation gewendet.

In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird gleichzeitig flexibles Rohr und stangen-/rohrförmige Gegenstände in der ersten und zweiten Ebene im Strahlenbereich in seine Bestrahlungslage bestrahlt. Ferner besteht die Möglichkeit, gleichzeitig flexibles Rohr und Stückgut in der ersten und dritten Ebene im Strahlenbereich in der jeweiligen Bestrahlungslage zu bestrahlen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das zugehörige Verfahren bieten folgende Vorteile:

Die Transporteinrichtungen für stangen-/rohrförmige Gegenstände, flexible Rohre und Stückgüter sind in jeweils einer Ebene - insgesamt also mindestens drei Ebenen - angeordnet. In Abhängigkeit des Gegenstandes/Produktes ist eine Bestrahlung in Längsrichtung parallel zur x-Achse oder in y-Richtung senkrecht zur x-Achse mindestens eines Scan-Horns möglich.

Von besonderer Bedeutung und von besonderem Vorteil ist es dabei, dass zwei Gegenstände/Produkte parallel bestrahlt werden können.

- 5 Ferner ist durch Ausbildung der Scannereinrichtung in ein erstes und ein zweites Scan-Horn mit unterschiedlichen Energien jeweils ohne mechanischen Umbau die Bestrahlung der Gegenstände/Produkte in zwei Energiebereichen möglich. Die Vorrichtung ist dazu derart ausgebildet, dass in den
- 10 drei Ebenen stets das erste oder das zweite Scan-Horn mit seinem zugehörigen Austrittsfenster und dem zugehörigen Strahlenbereich zur Bestrahlung wählbar ist und somit für alle Produkte/Gegenstände zur Verfügung steht.
- 15 In vorteilhafter Weise entsteht dadurch eine multivalente Nutzungsmöglichkeit der Elektronenbestrahlungsanlage für Stückgut, Rohre, Stangen, flexible Rohre und Kabel, ohne dass Umbauarbeiten notwendig sind.
- 20 Zu den weiteren technologischen Einrichtungen gehören in bevorzugter Weise weitere Systeme zur Qualitätssicherung, zur Logistik, zur Anlagenversorgung (Druckluft-, Elektro- und Automatisierungsanlagen, Kühlung, Lüftung, Absaugung, etc.) sowie technologische Einrichtungen zur Personen- und
- 25 Anlagensicherheit.

Die gesamte Anlage wird in bevorzugter Weise mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung gesteuert.

- 30 Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1        einen schematischen Aufbau einer Elektronen-  
5                bestrahlungsanlage;
- Figur 2        ein Scan-Horn - dessen Strahlungsbereich und  
              die Bewegungsrichtungen für die Gegen-  
              stände/Produkte im Strahlenbereich;
- 10    Figur 3        eine schematisch verfeinerte Darstellung des  
              Aufbaus der Elektronenbestrahlungsanlage;
- Figur 4        ein Vertikallabyrinth für einen stangen-  
              /rohrförmigen Gegenstand;
- 15    Figur 5A        eine                Stangentransportstation                einer  
              Stangebestrahlungsstrecke                mit                stangen-  
              /rohrförmigen Gegenständen in einer x-Scan-  
              Achse;
- 20    Figur 5B        die Stangentransportstation der Stangenbestrah-  
              lungsstrecke mit einer Vertikalverschiebung der  
              stangen-/rohrförmigen Gegenstände aus der x-  
              Scan-Achse;
- 25    Figur 5C        die Stangentransportstation der Stangenbestrah-  
              lungsstrecke des stangen-/rohrförmigen Gegen-  
              standes auf der x-Scan-Achse mit einem großen  
              Durchmesser;
- Figur 6        eine Allseitenrolle;
- Figur 7        ein Horizontallabyrinth für ein Stückgut und
- Figur 8        eine schematische Ansicht eines Stückgutes  
              unterhalb einer Scannereinrichtung.

Eine Elektronenbestrahlungsanlage hat folgende Anwendungsbereiche wie bsp. Strahlenvernetzung von Polymeren, strahlenchemischer Abbau von Polymeren, Modifizierung von Festkörpern, Keimzahlreduzierung ausgewählter Produkte und Sterilisation von Medizinprodukten und Verpackungsmaterialien. Elektronenbestrahlungsanlagen mit diesen Anwendungsbereichen sind prinzipiell ähnlich aufgebaut. Sie bestehen aus einem Elektronenbeschleuniger unterschiedlicher Bauart, aus einem oder mehreren Materialzu- und -abfuhrsystemen, aus Abschirmungssystemen zum Schutz vor Strahlung sowie aus primären und sekundären Versorgungs- und Sicherungssystemen. Der grundsätzliche Aufbau der Bestrahlungsanlage ist in Figur 1 dargestellt.

Figur 1 zeigt in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Elektronenbestrahlungsanlage 100, in der als Elektronenbeschleuniger 92 ein Teilchenbeschleuniger, vorzugsweise vom Typ Rhodotron, einsetzbar ist. Die Beschleunigungsstrecken des Elektronenbeschleunigers 92 befinden sich in einem koaxial geformten Resonator, in dem ein Vakuum von  $10^{-6}$  Torr herrscht. Die HF-Spannung wird von einem mehrstufigen HF-Generator erzeugt und der Leistungsröhre am Resonatoroberteil über ein Hochspannungskabel zugeführt. Das HF-Feld wird mit einer Leistung von vorzugsweise zirka 160 kW eingekoppelt.

Eine Elektronenkanone liefert einen mittleren Strom von 10 mA, der in den Resonator mit geringer Energie, vorzugsweise 50 keV, eingeschossen wird. Durch das angelegte HF-Feld mit einer Frequenz von vorzugsweise 107,5 MHz werden die Elektronen in 20 Schritten auf eine maximale Energie von 10 MeV beschleunigt. Nach jeweils zwei Beschleunigungsschritten erfolgt eine Umlenkung um  $198^\circ$ . Daraus resultiert eine maximal mögliche Strahlleistung von 80 kW bei einer Energie von 10 MeV bzw. von maximal 75 kW bei einer Energie von 3 MeV.

Der Elektronenstrahl kann mit zwei Energien aus dem Resonator herausgeführt werden. Für jede der beiden Elektronenergien ist ein getrenntes Strahlführungssystem vorhanden, in dem jeweils ein vorzugsweise  $270^\circ$ -Umlenkmagnet den Elektronenstrahl in die vertikale Richtung bringt. Zur Ausbildung eines Strahlenbereiches 56 dient eine Scannereinrichtung 54, wobei ein Wobbler für eine Verbreiterung des Strahlenbereiches 56 auf vorzugsweise 60 mm in einer y-Richtung y sorgt und ein Scan-Magnet eine Längsaufweitung in einer x-Richtung x des Strahlenbereiches 56 auf vorzugsweise 1200 mm an einem ersten Strahl Austrittsfenster 48A sorgt. Am Strahl Austrittsfenster 48 der Scannereinrichtung 54 bzw. eines ersten Scan-Horns 54A sorgt ein zusätzlicher Fokussierungsmagnet dafür, dass am Ort des zu bestrahlenden Produktes unterschiedliche Scan-Breiten eingestellt werden können, wodurch der Strahlenbereich 56 in x-Richtung x verändert wird, wobei die Scan-Breite am Strahl Austrittsfenster 48 mit vorzugsweise 1.200 mm erhalten bleibt. Eine spezielle Betriebsart der Fokussierungsmagnete ist der Parallelstrahl. Das Strahl Austrittsfenster 48 aus Titanfolie (Dicke ca. 50  $\mu\text{m}$ ) ist luftgekühlt. Der Elektronenstrahl tritt in die Atmosphäre ein und kann dort zur Produktbestrahlung eingesetzt werden. Es ist damit zu rechnen, dass nicht alle Elektronen auf das zu bestrahlende Produkt treffen und sich weiter in Richtung Boden bewegen. Aus diesem Grund ist zur Strahlenvernichtung unterhalb der Fußbodenoberkante eine wassergekühlte Strahlenfalle 50 in einem Bestrahlungsraum 52 vorgesehen. Die Scannereinrichtung 54 ist mittels dem ersten Scan-Horn 45A und einem zweiten Scan-Horn 54B ausführbar, worauf in Figur 3 noch näher eingegangen wird. In diesem Fall bildet sich am ersten Scan-Horn 54A das erste Strahl Austrittsfenster 48A und ein zweites Strahl Austrittsfenster 48B aus, die gemeinsam den Strahlenbereich 56 bilden können. Andererseits ist das erste

Scan-Horn 54A mit einer Strahlleistungsenergie von 10 MeV und das zweite Scan-Horn 54B mit einer Strahlleistungsenergie von 3 MeV ausstattbar.

5 Figur 1 zeigt ferner, dass unterhalb des ersten Scan-Horns 54A, 54B im Strahlenbereich 56 ein Bereich zur Gegenstand-/Produktführung in x-Richtung x auf einer x-Scan-Achse 88 und in y-Richtung y auf einer y-Scan-Achse 90 nutzbar ist. Im Strahlenbereich 56 sind in verschiedenen Ebenen Be-  
10 strahltransporteinrichtung  $TEB_n$  ausgebildet, mittels denen die Gegenstände/Produkte in eine Bestrahlungslage gebracht werden.

Die gesamte Elektronenbestrahlungsanlage 100 weist eine Abschirmung 58 auf und wird von einer Steuerung 44 gesteuert.

15

Figur 2 zeigt das erste Scan-Horn 54A mit dem Strahlenaustrittsfenster 48A und dem Strahlenbereich 56 und den möglichen Transportrichtungen der Gegenstände in x-Richtung x parallel zum ersten Scan-Horn 54A und in y-Richtung y senkrecht zum ersten Scan-Horn 54A.  
20

Figur 3 zeigt die Elektronenbestrahlungsanlage 100 in einer detaillierteren schematischen Ansicht. Figur 3 zeigt die Abschirmung 58, das erste Scan-Horn 54A und das zweite  
25 Scan-Horn 54B unterhalb der Scannereinrichtung 54. Sichtbar wird zudem der Bestrahlungsraum 52 und die Strahlenfalle 50. Die Figur 3 zeigt andeutungsweise die Gegenstände in ihrer Bestrahlungslage in den Ebenen  $E_n$ . Dargestellt ist in einer ersten Ebene  $E_1$  ein Gegenstand  $G_{fr}$  ein flexibles Rohr.  
30 In einer zweiten Ebene  $E_2$  ist ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand  $G_r$  dargestellt. Kleinere Rohre oder Stangen mit einem Durchmesser unter 60 mm können in Papphülsen oder dünnwandigen PE-Rohren gebündelt und derart der Bestrahlung zugeführt werden. Hierdurch wird ein für den Transportprozess nachteiliges Durchbiegen der einzelnen dünnen Rohre  
35

oder Stangen vermieden. In einer dritten Ebene  $E_3$  zeigt Figur 1 einen Gegenstand als ein Stückgut  $G_s$ , der unter dem ersten Scan-Horn 54A oder dem zweiten Scan-Horn 54B in die Bestrahlungslage bringbar ist.

5

Zu dem flexiblen Rohr  $G_{fr}$  gehört ein erstes Labyrinth 10A und eine Rohrtransporteinrichtung  $TE_1$ , die aus einer ersten Zuführungseinrichtung  $TEZ_1$ , einer ersten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_1$ , und einer ersten Abtransporteinrichtung  $TEA_1$  ausgebildet ist. Die erste Zuführungseinrichtung  $TEZ_1$  ist als ein erstes Wickelaggregat 74A und die erste Abtransporteinrichtung  $TEA_1$  ist als ein zweites Wickelaggregat 74B ausgebildet. Die Wickelaggregate 74 dienen zum Abwickeln bzw. Aufwickeln der flexiblen Rohre  $G_{fr}$ , während sich im Bestrahlungsraum 52 als erste Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_1$  Führungsrollen 76 und Umlenkrollen 87 befinden. Durch die Rohrtransporteinrichtung  $TE_1$  besteht grundsätzlich die Möglichkeit, das flexible Rohr  $G_{fr}$  parallel zur x-Richtung x auf der x-Scan-Achse 88 in die erste Ebene  $E_1$  in Bestrahlungslage zu bringen. In Figur 3 und auch in den weiteren Figuren nicht dargestellt ist die Möglichkeit, dass das flexible Rohr  $G_{fr}$  ebenfalls senkrecht zur x-Richtung x in die y-Scan-Achse 90 mittels der Rohrtransporteinrichtung  $TE_1$  in die erste Ebene  $E_1$  in Bestrahlungslage bringbar ist.

Figur 3 zeigt ferner eine Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung  $TE_2$  - dabei jedoch in Figur 3 nur eine zweite Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$  in einem zweiten Labyrinth 10B, dem so genannten Vertikallabyrinth. Die zweite Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$  besteht im Detail aus einer Stangenbestrahlungsstrecke 20 und die Stangenbestrahlungsstrecke 20 wiederum aus mehreren Stangentransportstationen 34, auf die in Figur 5A bis 5C noch näher eingegangen wird. Zu dem zweiten Labyrinth 10B gehört eine Vorzone VZ und

eine Nachzone NZ, die den Bestrahlungsraum 52 vom weiteren Vertikallabyrinth 10B trennt, wobei aus Richtung der Vorzone VZ eine zweite Zuführungseinrichtung  $TEZ_2$  für den stangen-/rohrförmigen Gegenstand  $G_r$  ausgebildet ist (in Figur 3 nicht sichtbar) und in der Nachzone NZ eine zweite Abtransporteinrichtung  $TA_2$  zum Abtransport des stangen-/rohrförmigen Gegenstandes  $G_r$  (in Figur 3 nicht sichtbar) beginnt. In der dritten Ebene  $E_3$  ist eine dritte Transporteinrichtung, eine Stückguttransporteinrichtung  $TE_3$ , angeordnet. In Figur 3 ist der Teil der Stückguttransporteinrichtung  $TE_3$  sichtbar, in dem die Bestrahlung des Stückgutes  $G_s$  in der dritten Ebene  $E_3$  auf einer dritten Fördereinrichtung 72C erfolgt. Eine weitere Beschreibung der Stückguttransporteinrichtung  $TE_3$  erfolgt in Figur 7. Die Stückguttransporteinrichtung  $TE_3$  wird durch ein drittes Labyrinth 10C geführt, welches ebenfalls in Figur 7 näher dargestellt ist.

Figur 4 zeigt die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung  $TE_2$  im zweiten Labyrinth 10B, dem Vertikallabyrinth. Die zweite Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung  $TE_2$  besteht aus der zweiten Zuführungseinrichtung  $TEZ_2$  der zweiten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$  (in Figur 4 nicht sichtbar) und einer zweiten Abtransporteinrichtung  $TA_2$ .

Im Folgenden wird die Vorrichtung gemeinsam mit dem zugehörigen Verfahren zur Bestrahlung von stangen-/rohrförmigen Gegenständen  $G_r$  beschrieben. Gemäß der Aufgabe des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es Ziel, die stangen-/rohrförmigen Gegenstände  $G_r$  durch das zweite Labyrinth 10B in die zweite Ebene  $E_2$  in den Strahlenbereich 56 zu führen.



Der stangen-/rohrförmige Gegenstand  $G_r$  wird in einer ersten Station einer Entpackung 60 zugeführt. Anschließend wird der Gegenstand  $G_r$  in einem Eingangsspeicher 12 gespeichert und mittels einem Eingangs-Einzelförderer 14 vereinzelt, wobei im Bereich des Eingangs-Einzelförderers 14 ein hermetisches Eingangstor 64 angeordnet ist. Nach der Vereinzelung erfolgt mittels einer ersten Absenkbahn 16 ein Absenken des Gegenstandes  $G_r$  in die zweite Ebene  $E_2$  und mittels einer Einlegebahn 18 in die Vorzone VZ ist der Transport innerhalb der zweiten Zuführungseinrichtung  $TEZ_2$  abgeschlossen.

Anschließend erfolgt mittels der zweiten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$  von der Vorzone VZ entlang der x-Scan-Achse 88 parallel zu der x-Richtung x im Strahlenbereich 56 die Bestrahlung des Gegenstandes  $G_r$  in seiner Bestrahlungslage und der Weitertransport bis zu der Nachzone NZ. Dieser Bereich ist in Figur 4 nicht dargestellt, weshalb darauf in anderen Figuren eingegangen wird.

Nach dem Transport des Gegenstandes  $G_r$  in die Nachzone NZ erfolgt die Übernahme von einer Wechselbahn 24 aus der Nachzone NZ zu einer zweiten Absenkbahn 24, die den Gegenstand  $G_r$  ein weiteres Mal absenkt, wonach mittels einer Rückrollbahn 26 der Gegenstand  $G_r$  zu einer Hebebahn 28 gerollt und mittels Hebebahn 28 angehoben und von einem Ausgangs-Einzelförderer 30 zu einem Ausgangsspeicher 32 transportiert und in dem Ausgangsspeicher 32 gespeichert wird. Der Gegenstand  $G_r$  passiert im Bereich des Ausgangs-Einzelförderers 30 ein Ausgangstor 66, welches das zweite Labyrinth 10B von der Umgebung abriegelt. Anschließend erfolgt eine Verpackung 62 und ein Abtransport 68 der stangen-/rohrförmigen Gegenstände  $G_r$ .

Figur 5A zeigt die Stangentransportstation 34 als Teil der Stangenbestrahlungsstrecke 20 innerhalb der zweiten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$ . Die Stangentransportstationen 34 sind von der Vorzone VZ über den Bestrahlungsraum 52 bis zur Nachzone NZ parallel zur x-Scan-Achse 88 angeordnet. Vorzugsweise befinden sich in der Vorzone VZ neun Stangentransportstationen 34, im Bestrahlungsraum 52 elf Stangentransportstationen 34 und in der Nachzone NZ wiederum neun Stangentransportstationen 34. Figur 5A zeigt, dass die Stangentransportstationen 34 ein Ständerwerk 34A und einen Haltearm 34B aufweist. Zudem sind auf dem Haltearm 34B Elemente angeordnet, die als eine Rotationsvorrichtung 36 oder als eine Translationsvorrichtung 38 dienen. Dieses Element ist vorzugsweise eine Allseitenrolle 46. Der Gegenstand  $G_r$ , hier der stangen-/rohrförmige Gegenstand  $G_r$ , ist auf der x-Scan-Achse 88 angeordnet und befindet sich zwischen zwei Allseitenrollen 46. Die Allseitenrollen 46 besitzen einen ersten Antrieb 80, mittels dem auf der Achse der Allseitenrolle 46 der stangen-/rohrförmige Gegenstand  $G_r$  in eine Rotationsbewegung versetzbar ist. Ein zweiter Antrieb 82 mit einer andeutungsweise dargestellten Mitnehmerkette bewirkt die translatorische Bewegung des stangen-/rohrförmigen Gegenstandes  $G_r$  auf der Allseitenrolle 46. Zur Vertikalverstellung dient eine vertikale Verstellvorrichtung 40, die mittels eines dritten Antriebes 84 eine vertikale Verstellung des Haltearmes 34B ermöglicht und damit eine Einstellbarkeit im Bereich der ersten und zweiten Ebene  $E_1$ ,  $E_2$  des stangen-/rohrförmigen Gegenstandes  $G_r$  ermöglicht. Die Möglichkeit einer horizontalen Verstellung ist mittels einer horizontalen Verstellvorrichtung 42 sowohl in Figur 5A als auch in Figur 5B mittels eines vierten Antriebes 86 dargestellt. Der stangen-/rohrförmige Gegenstand  $G_r$  kann durch diese horizontale Verstellvorrichtung 42 zur optimalen Dosisverteilung im Rohr, vorzugsweise in

einem Bereich von 0 bis 300 mm aus seiner x-Scan-Achse 88 heraus verstellt werden.

Figur 5C zeigt, dass auch stangen-/rohrförmige Gegenstände  $G_r$  mit großen Durchmessern auf der x-Scan-Achse 88 durch horizontale Verlagerung der Allseitenrolle 46 geführt werden können. Entsprechend der Figur 5B ist selbstverständlich auch eine aus der x-Scan-Achse 88 heraus führende horizontale Verstellung des Gegenstandes  $G_r$  möglich, wobei dann die Mittellinie des Gegenstandes  $G_r$  zur x-Scan-Achse 88 beabstandet angeordnet ist. In der Figur 5B und der Figur 5C ist die Mitnehmerkette zur Verwirklichung der translatorischen Bewegung in x-Richtung x mit dem zugehörigen zweiten Antrieb 82 nicht dargestellt.

Das Verfahren ermöglicht also, dass der stangen-/rohrförmige Gegenstand  $G_r$  mittels der zweiten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$  von der Vorzone VZ entlang der x-Scan-Achse 88 parallel zur x-Richtung x in die Nachzone NZ transportiert und gleichzeitig mittels der Rotationsvorrichtung 36 um seine eigene Achse rotiert und/oder vertikal mittels der vertikalen Verstellvorrichtung 40 innerhalb der ersten und der zweiten Ebene  $E_1$ ,  $E_2$  verstellt und/oder horizontal mittels der horizontalen Verstellvorrichtung 42 aus der x-Scan-Achse 88 heraus innerhalb der ersten oder zweiten Ebene  $E_1$ ,  $E_2$  verstellt wird.

Figur 6 zeigt die Allseitenrolle 46 mit dem ersten Antrieb 80 auf einer Achse der Allseitenrolle 46, wobei der erste Antrieb 80 nur andeutungsweise dargestellt ist.

Figur 7 zeigt das dritte Labyrinth 10C - das so genannte Horizontallabyrinth. Im dritten Labyrinth 10C ist die Transporteinrichtung  $TE_n$  in Ausbildung einer Stückguttransporteinrichtung  $TE_3$  dargestellt. Die Stückguttransportein-

richtung  $TE_3$  besteht aus einer dritten Zuführungseinrichtung  $TEZ_3$  und einer dritten Abtransporteinrichtung  $TA_3$ . Die dritte Zuführungseinrichtung  $TEZ_3$  umfasst eine erste Fördereinrichtung 72A und die dritte Abtransporteinrichtung  $TEA_3$  umfasst die dritte Fördereinrichtung 72C. Die dritte Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_3$  umfasst im Strahlenbereich 56 zwei zweite Fördereinrichtungen 72B und 72B'. Eine zweite Fördereinrichtung 72B ist unter dem ersten Scan-Horn 54A und die zweite Fördereinrichtung 72B' ist unter dem zweiten Scan-Horn 54B angeordnet. Figur 7 zeigt als Draufsicht den Bestrahlungsraum 52 und den durch die Scan-Hörner 54A, 54B ausgebildeten Strahlenbereich 56. Figur 7 verdeutlicht, dass die Stückgüter mittels der ersten Fördereinrichtung 72A zum Bestrahlungsraum 52 transportiert werden und von der dritten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_3$  senkrecht zur x-Richtung x auf der y-Scan-Achse 90 mittels der zweiten Fördereinrichtung 72B, 72B' durch den Strahlenbereich 56 transportiert und mittels der dritten Fördereinrichtung 72C abtransportiert werden. Das Stückgut  $G_s$  ist mittels einer Wendestation 70 auf der ersten oder dritten Fördereinrichtung 72A, 72C wendbar.

Figur 7 verdeutlicht, dass sich in dem Strahlenbereich 56 die dritte Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_3$  für das Stückgut  $G_s$  mit der zweiten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$  für die stangen-/rohrförmigen Gegenstände  $G_r$  kreuzen. Dargestellt ist die Vorzone VZ, die parallel zur x-Achse bis zur Nachzone NZ durch den Bestrahlungsraum 52 führt. Diese Kreuzung der zweiten bzw. dritten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$ ,  $TEB_3$  ist nur möglich durch die Anordnung in den zugehörigen zweiten und dritten Ebenen  $E_2$ ,  $E_3$ . In Figur 7 nicht dargestellt befindet sich in dem Strahlenbereich 56 noch oberhalb der zweiten und dritten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_2$ ,  $TEB_3$  die erste Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_1$  für das flexible Rohr, die ebenfalls in x-Richtung x auf der x-Scan-Achse 88 verläuft. Erfin-

dungsgemäß sind gleichzeitig flexibles Rohr  $G_{fr}$  und stangen-/rohrförmige Gegenstände  $G_r$  in der ersten und zweiten Ebene  $E_1$ ,  $E_2$  im Strahlenbereich 56 in der Elektronenbestrahlungsanlage 100 bestrahlbar. Ferner ist gleichzeitig  
 5 mit dem flexiblen Rohr  $G_{fr}$  Stückgut  $G_s$  in der ersten und dritten Ebene  $E_1$ ,  $E_3$  im Strahlenbereich 56 in der Bestrahlungslage bestrahlbar.

Figur 8 zeigt abschließend noch einmal das Scan-Horn 54 und ein unter dem Scan-Horn 54 angeordnetes Stückgut, welches  
 10 in y-Richtung y entlang der y-Scan-Achse 90 mittels der dritten Bestrahltransporteinrichtung  $TEB_3$ , vorzugsweise der zweiten Fördereinrichtung 72B entlang transportiert wird.

Vorzugsweise sind folgende Gegenstände/Produkte mit folgenden Abmaßen bestrahlbar:

- 15 - stangen-/rohrförmige Gegenstände  $G_r$  mit einem Durchmesser von vorzugsweise 63 mm bis 500 mm und einer Länge von 5 m bis 12 m und
- flexible Rohre  $G_{fr}$  mit einem Durchmesser von vorzugsweise 14 mm bis 22 mm und einer Länge von  
 20 beispielsweise 10.000 m und
- flexible Rohre  $G_{fr}$  mit einem Durchmesser von vorzugsweise 32 bis 63 mm und einer Länge von beispielsweise 2.000 m und
- Stückgüter  $G_s$  bsp. Kartonware mit Abmessungen von  
 25 beispielsweise Länge/Breite/Höhe 1.200 mm x 1.200 mm x 800 mm.

Mittels der Elektronenbestrahlungsanlage 100 können für die genannten Gegenstände  $G_r$ ,  $G_{fr}$ ,  $G_s$  optimale Dosiswerte bedarfsgemäß im Bereich von  $2 \text{ kGy} \leq D \leq 200 \text{ kGy}$  realisiert  
 30 werden. Die maximale Dosisleistung beträgt dabei zirka  $1,4 \times 10^8 \text{ Gy/h}$ . Die mittlere Produktdosisleistung beträgt  $10^{-2} \text{ kGy/s} \leq dD/dt \leq 40 \text{ kGy/s}$ .

Die Dosishomogenität in verschiedenen Richtungen des Produktes wird in folgender Weise gewährleistet: in x-Richtung x durch die Strahlverteilung  $\pm 5 \%$ , in y-Richtung y durch die Konstanz der Transportgeschwindigkeit.

5

Der Abstand der stangen-/rohrförmigen Gegenstände  $G_r$  wird von deren Oberfläche bis zum Strahlaustritt für alle Durchmesser der stangen-/rohrförmigen Gegenstände  $G_r$  konstant eingestellt.

10

### Bezugszeichenliste

	100	Elektronenbestrahlungsanlage
	10	Labyrinth
5	10A	erstes Labyrinth
	10B	zweites Labyrinth (Vertikallabyrinth)
	10C	drittes Labyrinth (Horizontallabyrinth)
	12	Eingangsspeicher
	14	Einzelförderer (Eingang)
10	16	erste Absenkbahn
	18	Einlegebahn
	20	Stangenbestrahlungsstrecke
	22	Wechselbahn
	24	zweite Absenkbahn
15	26	Rückrollbahn
	28	Hebebahn
	30	Einzelförderer (Ausgang)
	32	Ausgangsspeicher
	34	Stangentransportstation
20	34A	Ständerwerk
	34B	Haltearm
	36	Rotationsvorrichtung
	38	Translationsvorrichtung
	40	vertikale Verstellvorrichtung
25	42	horizontale Verstellvorrichtung
	44	Steuerung
	46	Allseitenrolle
	48	Strahlenaustrittsfenster
	48A	erstes Strahlenaustrittsfenster
30	48B	zweites Strahlenaustrittsfenster
	50	Strahlenfalle
	52	Bestrahlungsraum
	54	Scannereinrichtung
	54A	erstes Scan-Horn
35	54B	zweites Scan-Horn
	56	Strahlenbereich
	58	Abschirmung
	60	Entpackung
	62	Verpackung
40	64	Eingangstor
	66	Ausgangstor
	68	Abtransport
	70	Wendestation
	72	Fördereinrichtung
45	72A	erste Fördereinrichtung
	72B/72B'	zweite Fördereinrichtung

	72C	dritte Fördereinrichtung
	74	Wickelaggregate
	74A	erstes Wickelaggregat
	74B	zweites Wickelaggregat
5	76	Führungsrolle
	78	Umlenkrolle
	80	erster Antrieb (Rotation)
	82	zweiter Antrieb (Translation)
	84	dritter Antrieb (Vertikal)
10	86	vierter Antrieb (Horizontal)
	88	x-Scan-Achse
	90	y-Scan-Achse
	92	Elektronenbeschleuniger
	x	x-Richtung
15	y	y-Richtung
	VZ	Vorzone
	NZ	Nachzone
	TE <sub>n</sub>	Transporteinrichtungen
	TE <sub>1</sub>	Rohrtransporteinrichtung (flexible Rohre)
20	TEZ <sub>1</sub>	erste Zuführungseinrichtung
	TEB <sub>1</sub>	erste Bestrahltransporteinrichtung
	TEA <sub>1</sub>	erste Abtransporteinrichtung
	TE <sub>2</sub>	Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung
	TEZ <sub>2</sub>	zweite Zuführungseinrichtung
25	TEB <sub>2</sub>	zweite Bestrahltransporteinrichtung
	TEA <sub>2</sub>	zweite Abtransporteinrichtung
	TE <sub>3</sub>	Stückguttransporteinrichtung
	TEZ <sub>3</sub>	dritte Zuführungseinrichtung
	TEB <sub>3</sub>	dritte Bestrahltransporteinrichtung
30	TEA <sub>3</sub>	dritte Abtransporteinrichtung
	E <sub>n</sub>	Ebenen
	E <sub>1</sub>	erste Ebene
	E <sub>2</sub>	zweite Ebene
	E <sub>3</sub>	dritte Ebene
35	G <sub>n</sub>	Gegenstände/Produkte
	G <sub>r</sub>	stangen-/rohrförmiger Gegenstand
	G <sub>s</sub>	Stückgut
	G <sub>fr</sub>	flexibles Rohr



**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zum Bestrahlen mindestens eines Gegenstandes/Produktes mittels Strahlen, insbesondere mittels energiereicher Elektronenstrahlen, die in einer Bestrahlungsanlage erzeugbar sind, wobei die Strahlen aus einem Elektronenbeschleuniger in einem Strahlenbereich austreten,  
5 gekennzeichnet durch  
10 mindestens eine den Strahlenbereich (56) definierende Scannereinrichtung (54), wobei sich der Strahlenbereich (56) beabstandet zu der Scannereinrichtung (54) in mindestens einer Ebene ( $E_n$ ) ausbildet, in der mindestens  
15 eine Transporteinrichtung ( $TE_n$ ) angeordnet ist und mittels (der)/denen mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand ( $G_r$ ) und/oder weitere Gegenstände ( $G_n$ ) in die Bestrahlungsanlage bringbar (ist)/sind.
- 20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Strahlenbereich (56) an mindestens einem Strahlenaustrittsfenster (48) und in  
25 mindestens einer von der Scannereinrichtung (54) beabstandeten Ebene ( $E_n$ ) in einer x-Richtung (x) durch einen Scan-Magneten und in einer y-Richtung (y) durch einen Wobbler ausbildbar ist.
- 30 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Strahlenbereich (56) in einer der beabstandeten Ebenen ( $E_n$ ) durch einen Fokussierungsmagneten der Scannereinrichtung (54) in x-Richtung (x) abweichend zu dem Strahlenaustrittsfenster (48)  
35 einstellbar ist.

4. Vorrichtung nach 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Scannereinrichtung (54) mindestens ein erstes  
Scan-Horn (54A) mit einem ersten Strahlenaustritts-  
fenster (48A) und ein zweites Scan-Horn (54B) mit einem  
zweiten Strahlenaustrittsfenster (48B) umfasst.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegen-  
stand ( $G_r$ ) parallel zur x-Richtung (x) auf einer x-  
Scan-Achse (88) mittels einer Stangen-/Rohr-Transport-  
einrichtung ( $TE_2$ ) in eine zweite Ebene ( $E_2$ ) in den  
Strahlenbereich (56) in die Bestrahlungslage bringbar  
ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung ( $TE_2$ ) für  
den stangen-/rohrförmigen Gegenstand ( $G_r$ ) mindestens  
eine zweite Zuführungseinrichtung ( $TEZ_2$ ) umfasst.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Zuführungseinrichtung ( $TEZ_2$ ) für den  
stangen-/rohrförmigen Gegenstand ( $G_r$ ) einen Eingangs-  
speicher (12), einen Eingangs-Einzelförderer (14), eine  
erste Absenkbahn (16) und eine Einlegebahn (18) bis zu  
einer Vorzone (VZ) umfasst.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung ( $TE_2$ ) für  
den stangen-/rohrförmigen Gegenstand ( $G_r$ ) mindestens  
eine zweite Bestrahltransporteinrichtung ( $TEB_2$ ) in der  
zweiten Ebene ( $E_2$ ) umfasst.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Bestrahltransporteinrichtung (TEB<sub>2</sub>) für  
den stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G<sub>r</sub>) eine Stangen-  
bestrahlungsstrecke (20) ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung (TE<sub>2</sub>) für  
den stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G<sub>r</sub>) mindestens  
eine zweite Abtransporteinrichtung (TEA<sub>2</sub>) aus einer  
Nachzone (NZ) eines Bestrahlungsraumes (52) umfasst.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Abtransporteinrichtung (TEA<sub>2</sub>) für den  
stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G<sub>r</sub>) eine Wechselbahn  
(22), eine zweite Absenkbahn (24), eine Rückrollbahn  
(26) eine Hebebahn (28), einen Ausgangs-Einzelförderer  
(30) und einen Ausgangsspeicher (32) umfasst.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sich die Stangenbestrahlungsstrecke (20) zwischen  
Vorzone (VZ) und Nachzone (NZ) und Bestrahlungsraum  
(52) erstreckt.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangenbestrahlungsstrecke (20) mindestens  
eine Stangentransportstation (34) umfasst.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangentransportstation (34) parallel zu der  
x-Scan-Achse (88) mindestens eines Scan-Horns (54, 56)  
angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangentransportstation (34) mindestens ein  
Ständerwerk (34A) und mindestens einen Haltearm (34B)  
aufweist.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangentransportstation (34) eine Rotations-  
vorrichtung (36) aufweist.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangentransportstation (34) eine Transla-  
tionsvorrichtung (38) aufweist.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangentransportstation (34) eine vertikale  
Verstellvorrichtung (40) aufweist.
19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stangentransportstation (34) eine horizontale  
Verstellvorrichtung (42) aufweist.
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rotationsvorrichtung (36), die Translations-  
vorrichtung (38) und die vertikale Verstellvorrichtung  
(40) mittels mindestens einer Allseitenrolle (46) aus-  
führbar ist.
21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rotationsvorrichtung (36) einen ersten Antrieb  
(80) an der Allseitenrolle (46) aufweist.

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Translationsvorrichtung (38) einen zweiten  
Antrieb (82) an einer Mitnehmerkette aufweist.
- 5
23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die vertikale Verstellvorrichtung (40) einen  
dritten Antrieb (84) an einer Kette im Ständerwerk  
10 (34A) aufweist.
24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die horizontale Verstellvorrichtung (42) einen  
15 vierten Antrieb (84) am Haltearm (34B) aufweist.
25. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens ein flexibles Rohr ( $G_{fr}$ ) parallel zur  
20 x-Richtung (x) auf der x-Scan-Achse (88) oder senkrecht  
zur x-Richtung (x) in einer y-Scan-Achse (90) mittels  
einer Rohrtransporteinrichtung ( $TE_1$ ) in eine erste  
Ebene ( $E_1$ ) in die Bestrahlungslage bringbar ist.
- 25 26. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rohrtransporteinrichtung ( $TE_1$ ) für ein flexib-  
les Rohr ( $G_{fr}$ ) mindestens eine erste Zuführungseinrich-  
tung ( $TEZ_1$ ) umfasst.
- 30 27. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rohrtransporteinrichtung ( $TE_1$ ) für das fle-  
xible Rohr ( $G_{fr}$ ) mindestens eine erste Bestrahltrans-  
porteinrichtung ( $TEB_1$ ) in der ersten Ebene ( $E_1$ )  
35 umfasst.

28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rohrtransporteinrichtung ( $TE_1$ ) für das  
flexible Rohr ( $G_{fr}$ ) mindestens eine erste Abtransport-  
einrichtung ( $TEA_1$ ) umfasst.
29. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die mindestens eine erste Zuführungseinrichtung  
( $TEZ_1$ ) und die mindestens eine erste Abtransportein-  
richtung ( $TEA_1$ ) ein erstes Wickelaggregat (74A) und ein  
zweites Wickelaggregat (74B) umfasst.
30. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die mindestens eine erste Bestrahltransportein-  
richtung ( $TEB_1$ ) Führungsrollen (76) und Umlenkrollen  
(78) umfasst.
31. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens ein Stückgut ( $G_s$ ) senkrecht zur x-Rich-  
tung (x) in der y-Scan-Achse (90) mittels einer Stück-  
guttransporteinrichtung ( $TE_3$ ) in eine dritte Ebene ( $E_3$ )  
in die Bestrahlungslage bringbar ist.
32. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Stückguttransporteinrichtung ( $TE_3$ ) für ein  
Stückgut ( $G_s$ ) mindestens eine dritte Zuführungseinrich-  
tung ( $TEZ_3$ ) umfasst.
33. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stückguttransporteinrichtung ( $TE_3$ ) für das  
Stückgut ( $G_s$ ) mindestens eine dritte Bestrahltransport-  
einrichtung ( $TEB_3$ ) in der dritten Ebene ( $E_3$ ) umfasst.

34. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Stückguttransporteinrichtung ( $TE_3$ ) für das  
Stückgut ( $G_s$ ) mindestens eine dritte Abtransportein-  
richtung ( $TEA_3$ ) umfasst.
35. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die mindestens eine dritte Zuführungseinrichtung  
( $TEZ_3$ ), die mindestens eine dritte Bestrahltransport-  
einrichtung ( $TEB_3$ ), die mindestens eine dritte Abtrans-  
porteinrichtung ( $TEA_3$ ) eine Fördereinrichtung (72A,  
72B, 72C) umfasst.
36. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die mindestens eine dritte Zuführungseinrichtung  
( $TEZ_3$ ) oder die mindestens eine dritte Abtransportein-  
richtung ( $TEA_3$ ) eine Wendestation (70) umfasst.
37. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jede Transporteinrichtung ( $TE_1$ ,  $TE_2$ ,  $TE_3$ ) jeweils  
ein Labyrinth (10A, 10B, 10C) ausbildet.
38. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegen-  
stand ( $G_r$ ) Rohre oder Stangen oder dergleichen ist.
39. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rohre oder Stangen oder dergleichen einen  
Durchmesser von 10 mm bis 500 mm aufweisen.

40. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rohre oder Stangen oder dergleichen eine Länge  
von 5.000 mm bis 12.000 mm aufweisen.
- 5
41. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das mindestens eine flexible Rohr ( $G_{fr}$ ) ein fle-  
xibles Rohr, ein Kabel oder dergleichen ist.
- 10
42. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die flexiblen Rohre oder das Kabel oder derglei-  
chen einen Durchmesser von 1 mm bis 160 mm, vorzugs-  
weise 14 mm bis 63 mm, aufweisen.
- 15
43. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die flexiblen Rohre oder das Kabel oder derglei-  
chen als Trommelware vorliegen.
- 20
44. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das mindestens eine Stückgut ( $G_s$ ) Kartonware oder  
Bunde oder dergleichen ist.
- 25
45. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kartonware oder Bunde oder dergleichen eine  
maximale Länge/Breite/Höhe von 1.200 mm / 1.200 mm /  
800 mm, aufweisen.
- 30
46. Vorrichtung nach einem der vorherstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,



dass der stangen-/rohrförmige Gegenstand ( $G_r$ ) eine Hilfswandung zur Aufnahme mehrerer dünner Rohre oder Stangen ist.

5 47. Verfahren nach Anspruch 46,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hilfswandung eine Papphülse oder ein  
dünnwandiges PE-Rohr ist.

10 48. Verfahren zur Bestrahlung mindestens eines Gegenstan-  
des/Produktes mittels Strahlen, insbesondere mittels  
energiereicher in einer Bestrahlungsanlage erzeugten  
Elektronenstrahlen, wobei die Strahlen in einem  
bestimmten Strahlenbereich austreten und dem Strahlen-  
15 bereich mindestens ein Gegenstand/Produkt zugeführt, im  
Strahlenbereich bestrahlt und aus dem Strahlenbereich  
abgeführt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand  
20 ( $G_r$ ) und/oder weitere Gegenstände ( $G_n$ ) mindestens einer  
Ebene ( $E_n$ ) zugeführt, dieser mindestens einen Ebene  
( $E_n$ ) der Strahlenbereich (56) zugeordnet und der min-  
destens eine Gegenstand/Produkt ( $G_r/G_n$ ) in die Bestrah-  
lungslage gebracht und bestrahlt wird.

25 49. Verfahren nach Anspruch 48,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand  
( $G_r$ ) durch ein zweites Labyrinth (10B)

30 a) in dem Eingangsspeicher (12) gespeichert und  
b) mittels dem Eingangs-Einzelförderer (14) vereinzelt  
und  
c) mittels der ersten Absenkbahn (16) in eine zweite  
35 Ebene ( $E_2$ ) abgesenkt und

- d) mittels der Einlegebahn (18) in die Vorzone (VZ) transportiert und
- e) von einer zweiten Bestrahltransporteinrichtung (TEB<sub>2</sub>) von der Vorzone (VZ) entlang der x-Scan-Achse (88) parallel zur x-Richtung (x) durch den Strahlenbereich (56) in die Nachzone (NZ) transportiert und
- f) von der Nachzone (NZ) von der Wechselbahn (22) übernommen und zu der zweiten Absenkbahn (24) transportiert und
- g) mittels der zweiten Absenkbahn (24) abgesenkt und
- h) mittels der Rückrollbahn (26) zu der Hebebahn (28) gerollt und
- i) mittels der Hebebahn (28) angehoben und
- j) von dem Ausgangs-Einzelförderer (30) zu dem Ausgangsspeicher (32) transportiert und
- k) in dem Ausgangsspeicher (32) gespeichert wird.

50. Verfahren nach Anspruch 49,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegenstand (G<sub>r</sub>) mittels der zweiten Bestrahltransporteinrichtung (TEB<sub>2</sub>) von der Vorzone (VZ) entlang der x-Scan-Achse (88) parallel zur x-Richtung (x) in die Nachzone (NZ) transportiert und

- e1) gleichzeitig mittels der Rotationsvorrichtung (36) um seine eigene Achse rotieren und/oder
- e2) vertikal mittels der vertikalen Verstellvorrichtung (40) innerhalb einer ersten und der zweiten Ebene (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) verstellt und/oder
- e3) horizontal mittels der horizontalen Verstellvorrichtung (42) aus der x-Scan-Achse (88) heraus, innerhalb der ersten oder zweiten Ebene (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>), verstellt wird.

51. Verfahren nach Anspruch 48,

dadurch gekennzeichnet,

5 dass mindestens ein flexibles Rohr ( $G_{fr}$ ) durch ein  
erstes Labyrinth (10A)

a) mittels des ersten Wickelaggregates (74A) abgewickelt und

10 b) von einer ersten Bestrahltransporteinrichtung  
(TEB<sub>1</sub>) parallel zur x-Richtung (x) auf der x-Scan-Achse (88) oder senkrecht zur x-Richtung (x) in der y-Scan-Achse (90) durch den Strahlenbereich (56) mittels Umlenkungs- und Führungsrollen (76, 78) transportiert und

15 c) mittels des zweiten Wickelaggregates (74B) aufgewickelt wird.

52. Verfahren nach Anspruch 48,

dadurch gekennzeichnet,

20 dass mindestens ein Stückgut ( $G_s$ ) durch ein drittes  
Labyrinth (10C)

a) mittels mindestens einer ersten Fördereinrichtung (72A) transportiert und

25 b) von einer dritten Bestrahltransporteinrichtung  
(TEB<sub>3</sub>) senkrecht zur x-Richtung (x) auf der y-Scan-Achse (90) mittels mindestens einer zweiten Fördereinrichtung (72B/72B') durch den Strahlenbereich (56) transportiert und

30 c) mittels mindestens einer dritten Fördereinrichtung (72c) abtransportiert wird.

53. Verfahren nach Anspruch 52,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das mindestens ein Stückgut ( $G_s$ ) mittels mindes-  
tens der ersten oder dritten Fördereinrichtung (72A,  
5 72C) zu- oder abtransportiert wird und  
c1) mittels der Wendestation (70) auf der ersten oder  
dritten Fördereinrichtung (72A, 72C) gewendet wird.
54. Verfahren nach Anspruch 48, 49, 50, 51,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass gleichzeitig flexibles Rohr ( $G_{fr}$ ) und stangen-/  
rohrförmige Gegenstände ( $G_r$ ) in der ersten und zweiten  
Ebene ( $E_1$ ,  $E_2$ ) in dem Strahlenbereich (56) in der  
Bestrahlungslage bestrahlt wird.  
15
55. Verfahren nach Anspruch 48, 49, 52, 53,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass gleichzeitig flexibles Rohr ( $G_{fr}$ ) und Stückgut ( $G_s$ )  
in der ersten und dritten Ebene ( $E_1$ ,  $E_3$ ) in dem Strah-  
20 lenbereich (56) in der Bestrahlungslage bestrahlt wird.
56. Verfahren nach Anspruch 48,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass in den stangen-/rohrförmigen Gegenstand mehrere  
dünne Rohre oder Stangen eingebracht und gemeinsam der  
Bestrahlung zugeführt werden.

118

100

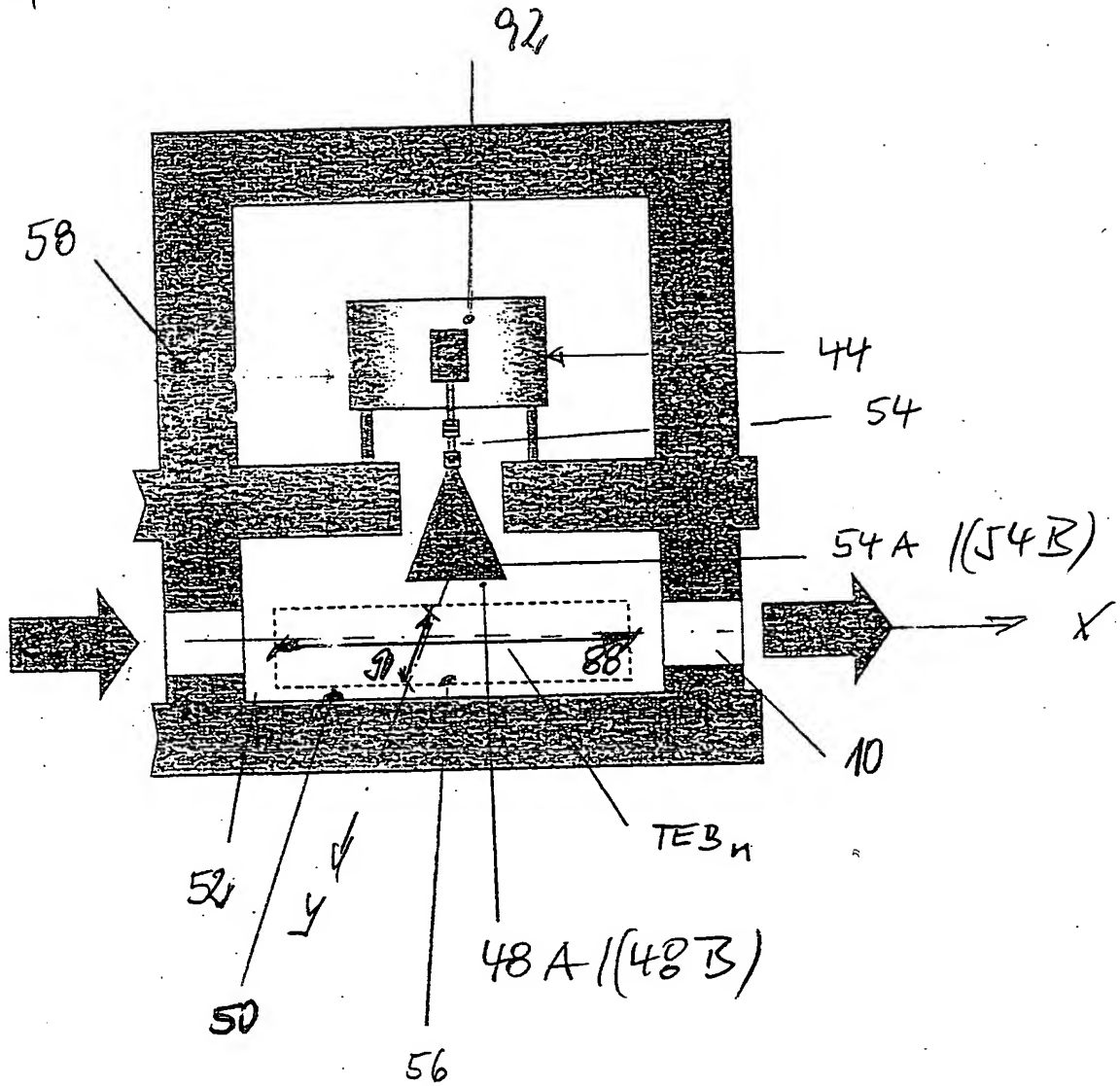


Fig. 1

218

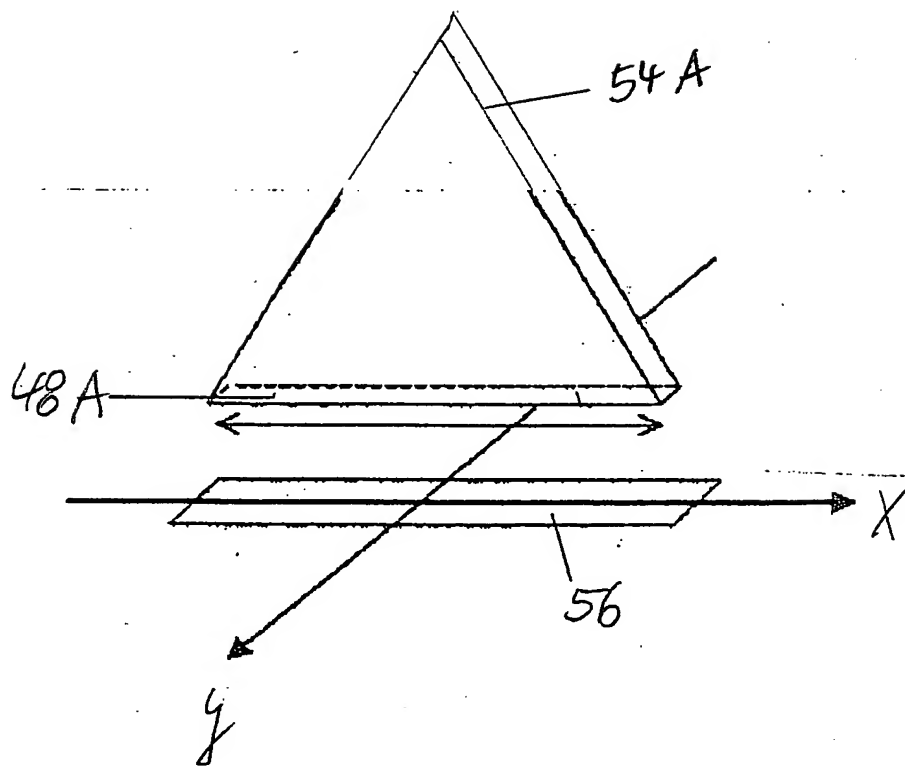
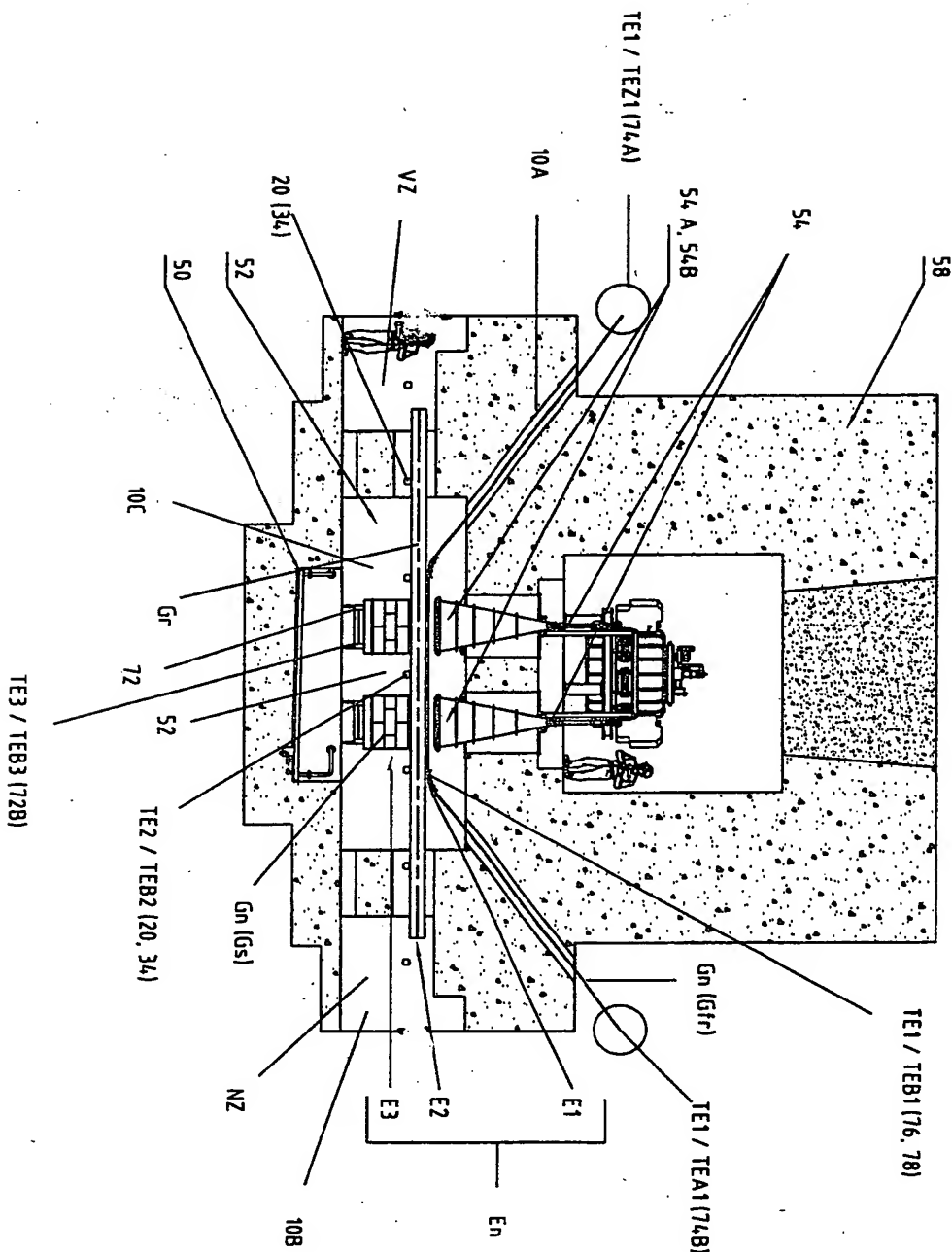


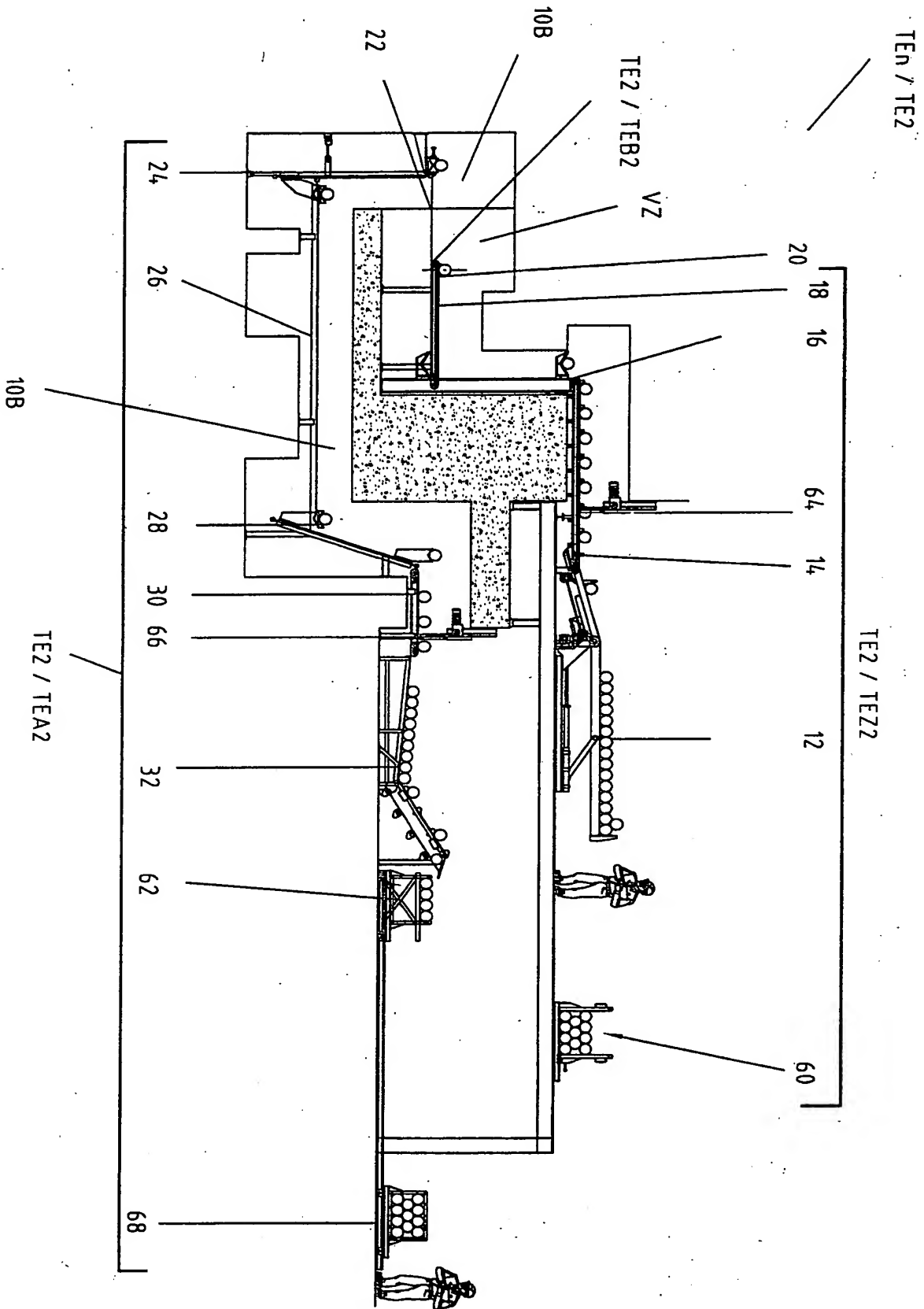
Fig. 2



BESTRAHLUNGSRaum

FIG. 3

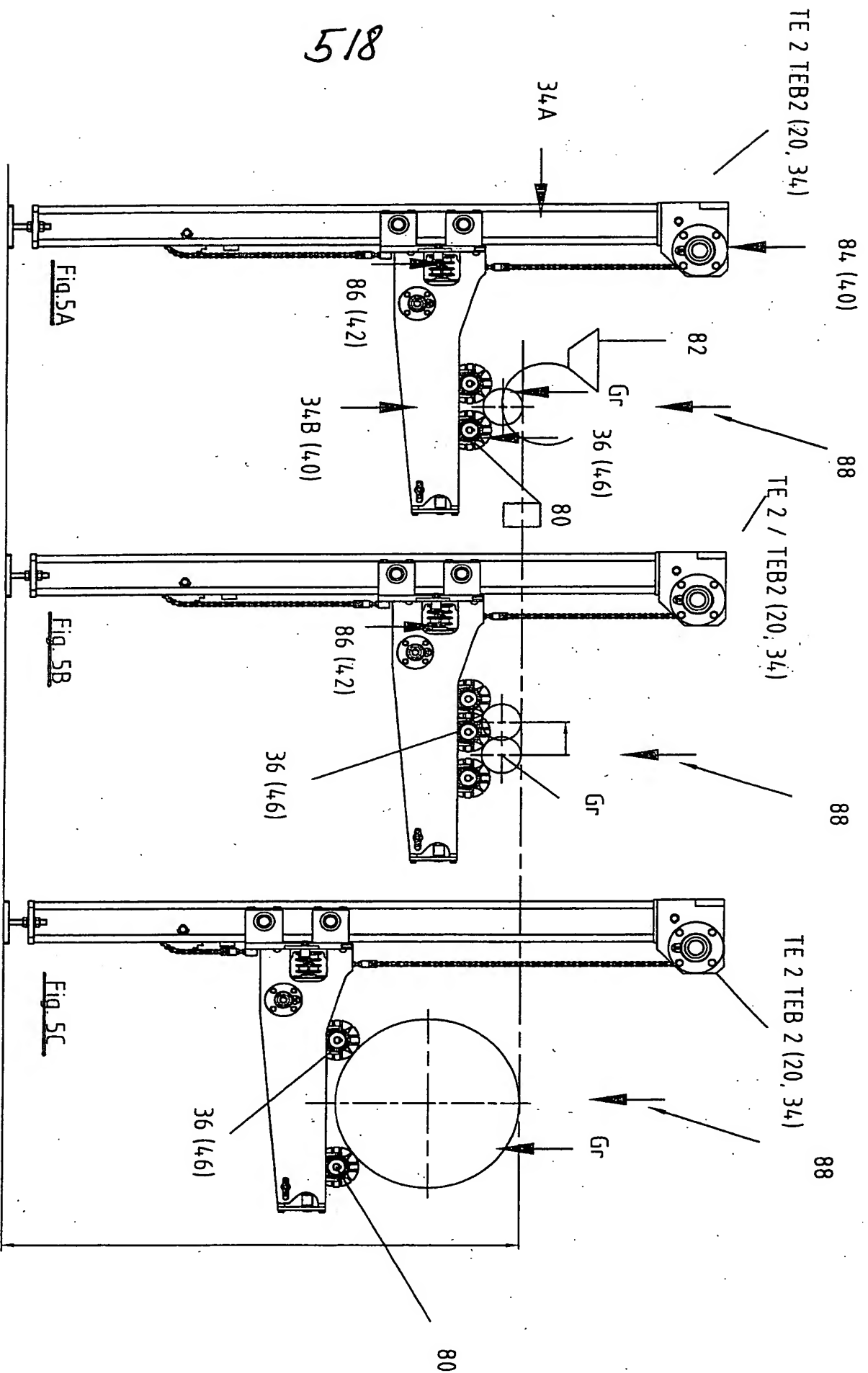
418



BEST AVAILABLE COPY

VERTIKALLABYRINTH





618

46

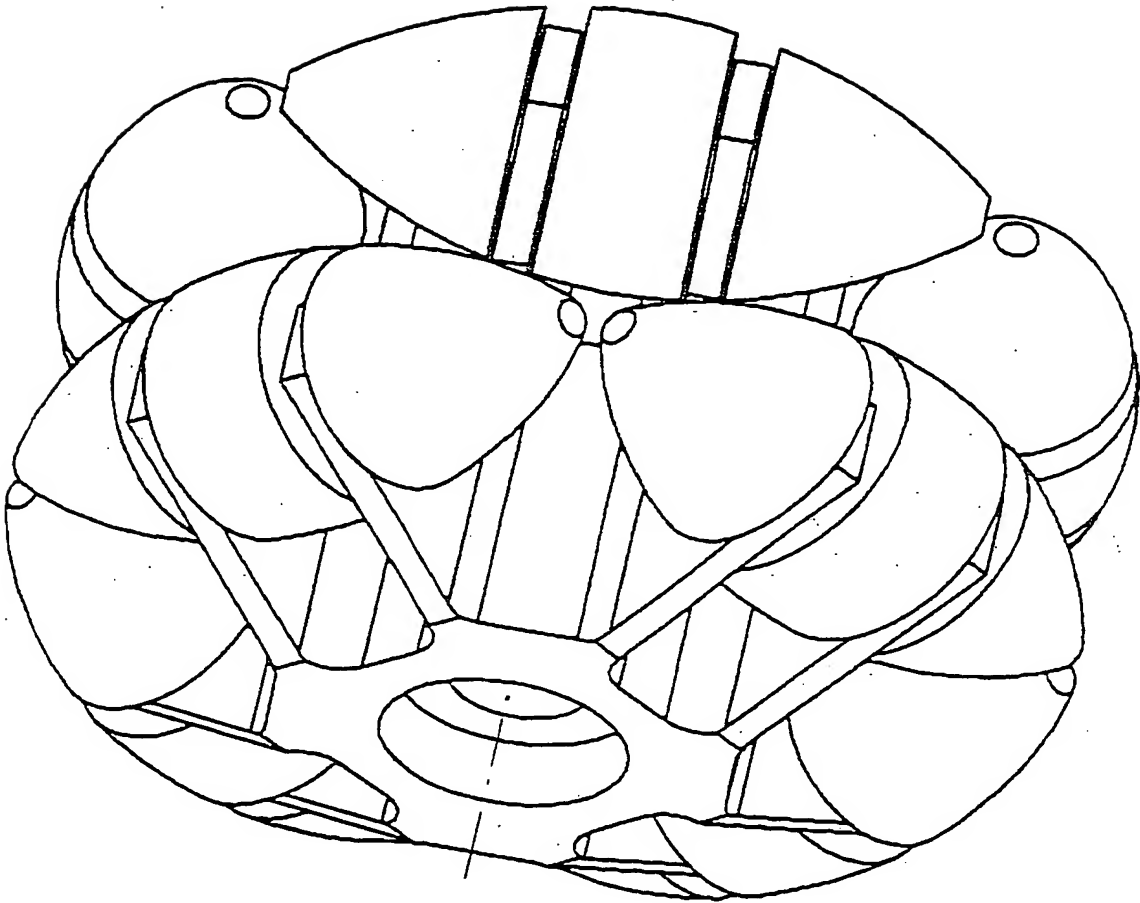


Fig. 6



7/8

TE<sub>n</sub> / TE<sub>3</sub>

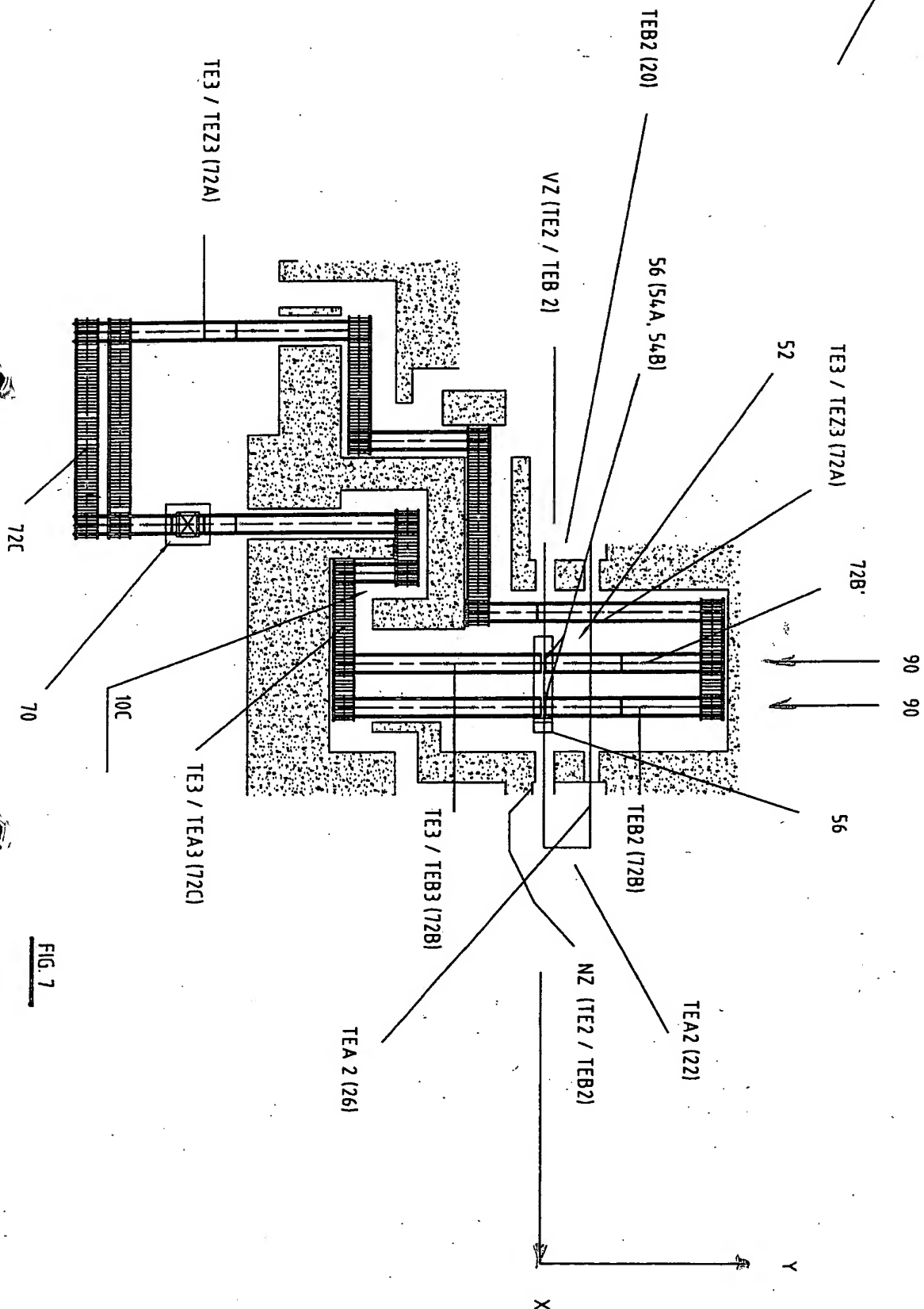


FIG. 7

HORIZONTAL LABYRINTH

8/8

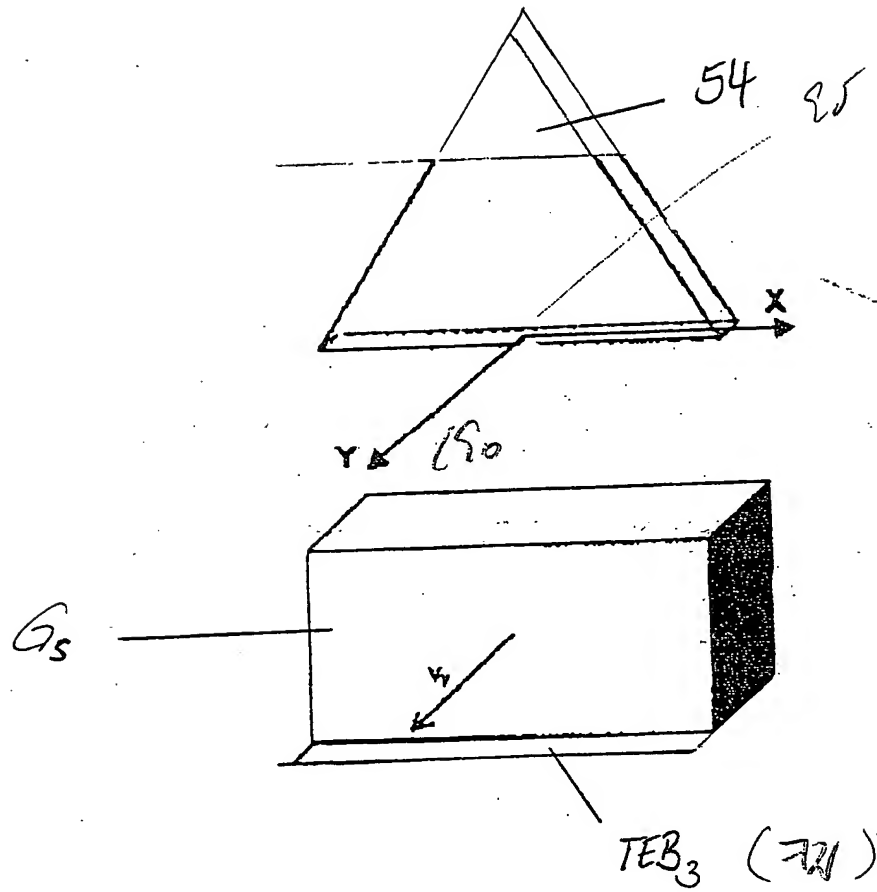


Fig. 8

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren  
5 zum Bestrahlen mindestens eines Gegenstandes/Produktes  
mittels Strahlen, insbesondere von energiereichen Elektro-  
nenstrahlen, die in einer Bestrahlungsanlage erzeugbar  
sind, wobei die Strahlen aus einem Elektronenbeschleuniger  
in einem Strahlenbereich austreten.

10

Die Vorrichtung und das Verfahren sieht mindestens eine den  
Strahlenbereich (56) definierende Scannereinrichtung (54)  
vor, wobei sich der Strahlenbereich (56) beabstandet zu der  
Scannereinrichtung (54) in mindestens einer Ebene ( $E_n$ )  
15 ausbildet, in der mindestens eine Transporteinrichtung  
( $TE_n$ ) angeordnet ist und mittels (der)/denen mindestens ein  
stangen-/ rohrförmiger Gegenstand ( $G_r$ ) und/oder weitere  
Gegenstände ( $G_n$ ) in eine Bestrahlungslage bringbar  
(ist)/sind.

20 Fig. 3



FIG. 3